

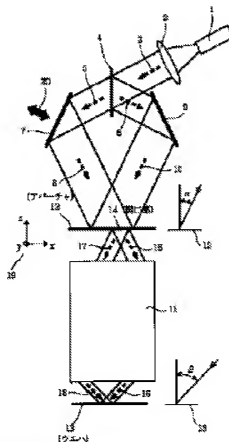
PATTERN FORMING METHOD AND ALIGNER USING THE SAME

Patent number: JP2000223400
Publication date: 2000-08-11
Inventor: UNNO YASUYUKI
Applicant: CANON KK
Classification:
 - international: **G03F7/20; G03F7/20;** (IPC1-7): H01L21/027; G03F7/20
 - european: G03F7/20T14; G03F7/20T18
Application number: JP19990023906 19990201
Priority number(s): JP19990023906 19990201

Report a data error here

Abstract of JP2000223400

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a circuit pattern, having a highly integrated complicated shape on a wafer by providing an aperture for limiting the transmission areas of two light fluxes at or near a first position at which the light beams intersect to form an interference pattern. **SOLUTION:** An aperture 12 is provided for limiting the transmission areas of two light fluxes 8, 10 at or near a first position at which the light beams 8, 10 intersect to form an interference pattern. A part 15 of the beam 8 and a part 17 of the beam 10 which passed through an opening 14 of the aperture 12 to a projection lens 11 and are superposed one above the other as fluxes 16, 18 on a wafer 13 coated with a resist where the aperture 12, and the wafer 13 are disposed in optically conjugate relation with respect to the lens 11 to thereby accurately transfer only a part of an interference fringe pattern on the aperture 12, which has passed through the opening 14 of the aperture 12 onto the wafer 13. Thus, a circuit pattern having a highly integrated complicated shape is formed on the wafer.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テラード [*] (参考)
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 2 8 2 H 0 9 7
G 0 3 F 7/20	5 0 2	G 0 3 F 7/20	5 0 2 5 F 0 4 6
		H 0 1 L 21/30	5 1 5 D
			5 2 7

審査請求 未請求 請求項の数10 ○ L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-23906

(22) 出願日 平成11年2月1日 (1999.2.1)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 昨野 靖行

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

Fターム(参考) 2H097 CA13 CB01 KA03 KA14 LA10

LA12

5F046 BA03 BA08 CA04 CB01 CB02

CB05 CB07 CB17 CB23 DA01

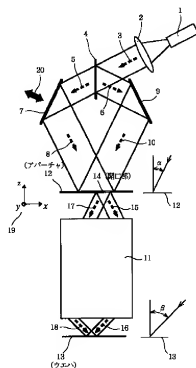
DA11 EA02 EB01 EB02 ED01

(54) 【発明の名称】 パターン形成方法及びそれを用いた露光装置

(57) 【要約】

【課題】 2光束干渉露光によって周期パターン像を基板上に高精度に形成することができるパターン形成方法及びそれを用いた露光装置を得ること。

【解決手段】 2つの光束を第1の位置で交わらせて干渉パターンを形成し、該干渉パターンに基づく光束を投影光学系で第2の位置に設けた基板上に導光してパターン像を形成するパターン形成方法において、該第1の位置又はその近傍に該光束の通過領域を制限するアパーチャを設けたこと。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 2つの光束を第1の位置で交わらせて干渉パターンを形成し、該干渉パターンに基づく光束を投影光学系で第2の位置に設けた基板上に導光してパターン像を形成するパターン形成方法において、該第1の位置又はその近傍に該光束の通過領域を制限するアパーチャを設けたことを特徴とするパターン形成方法。

【請求項2】 2つの光束を交わらせて干渉パターンを第1の位置に形成し、該第1の位置又はその近傍に該光束の通過を制限するためのアパーチャを設け、該アパーチャの開口部を通過した光束を投影光学系で基板上に導光して2光束干渉パターン像を形成する第1のパターン形成工程と、該第1の位置に回路パターンを設けたレチクルを配置して投影光学系で該レチクル上の回路パターンを該基板上に投影してレチクルパターン像を形成する第2のパターン形成工程とを含むことを特徴とするパターン形成方法。

【請求項3】 前記基板上に周期パターン像を形成していることを特徴とする請求項1又は2のパターン形成方法。

【請求項4】 前記アパーチャに設けたアライメントマークを用いて該アパーチャと前記基板との相対的な位置合わせを行う位置合わせ工程を含んでいることを特徴とする請求項1又は2のパターン形成方法。

【請求項5】 請求項1から4のいずれか1項のパターン形成方法でパターン像を形成した基板を現像処理工程を介してデバイスを製造していることを特徴とするデバイスの製造方法。

【請求項6】 干渉性を有する光束を発する光源、該光源からの光束を2つに分離する分離手段、該分離手段からの2つの光束を第1の位置で交わらせて干渉パターンを形成する光学手段、該干渉パターンに基づく光束を基板上に導光し、パターン像を形成する投影光学系を有する露光装置において、該第1の位置又はその近傍に該光束の通過領域を制限するアパーチャを設けていることを特徴とする露光装置。

【請求項7】 前記アパーチャには、前記基板との相対的な位置合わせのためのアライメントマークが形成されており、前記パターン像は該基板上の所定の位置に形成されることを特徴とする請求項6の露光装置。

【請求項8】 前記第1の位置又はそれと光学的な等価位置にレチクルを設け、該レチクル上のパターンを前記投影光学系で前記基板上に投影していることを特徴とする請求項6の露光装置。

【請求項9】 前記干渉パターンに基づく光束と前記レチクルに基づく光束とを切替えて前記基板上に導光するための光路中より挿脱可能な切換え手段を有していることを特徴とする請求項8の露光装置。

【請求項10】 請求項6から9のいずれか1項の露光装置によってパターン像を形成した基板を現像処理工程

を介してデバイスを製造していることを特徴とするデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は微細な回路パターンを感光基板上に形成するパターン形成方法及びそれを用いた露光装置に関し、例えばIC、LSI等の半導体チップ、液晶パネル等の表示素子、磁気ヘッド等の検出素子、CCD等の撮像素子といった各種デバイスを製造する際に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より、IC、LSI等の半導体チップ、液晶パネル等のデバイスをフォトリソグラフィ技術を用いて製造する際には、フォトマスク又はレチクル（以下、「レチクル」と記す）に描かれた回路パターンを投影光学系を介してフォトリソグが塗布されたシリコンウェハ又はガラスプレート等（以下、「ウェハ」と記す）の感光基板上に投影転写する投影露光装置が用いられている。図11は従来の投影露光装置の概略図である。

【0003】 図11において101は光源、ホモジナイザ、そしてコンデンサレンズ等から構成される照明光学系である。光源としては、現在おもにKrFレーザ（波長248nm）が用いられており、ArFレーザ（波長193nm）を用いる露光装置については実用化に向けて開発の段階である。102は照明光を表し、103は回路パターンが描かれたレチクルである。レチクル103から発生した回折光104は投影レンズ105を介して像空間106に導かれ、ウェハ107上にレチクル103上の回路パターンの像が転写される。

【0004】 従来より、上記デバイスの高集積化に対応して投影露光装置においても様々な形で解像度向上の努力が続けられている。ここで投影光学系の解像度Rと焦点深度DOFはそれぞれ、

$$R = k_1 (\lambda / NA) \quad (1)$$

$$DOF = k_2 (\lambda / NA^2) \quad (2)$$

によって表される。(1)、(2)式中、 λ は露光波長、NAは投影光学系の明るさを表す像側の開口数、 k_1 、 k_2 はウェハの現像プロセス等によって決まる定数であり、通常0.5～0.7程度の値である。(1)式より解像度Rを向上させる（即ちRの値を小さくする）には開口数NAを大きくする「高NA化」が有効であるが、その際には(2)式より焦点深度DOFが減少してしまうことが分かる。実際には、開口数NAの値は解像度Rと焦点深度DOFのトレードオフから最適な値が選択されるため、結局、高解像度化には露光波長 λ を小さくする「短波長化」が有効なことが分かる。ところが短波長化を進めていくと投影光学系用のレンズ材料がなくなってしまうという重大な問題が発生する。殆どの材料の透過率は遠紫外領域では0に近く、特別な製造により

KrF レーザ用の露光装置のために製造された硝材として溶融石英が存在するが、この溶融石英の透過率もKrF レーザ以下の露光波長に対しては急激に低下してしまう。又、遠紫外領域で使用される硝材は、透過率以外にも、耐久性、屈折率均一性、光学的歪み、加工性等の複合条件を満たす必要があり、波長193nm以下の露光波長に対する実用的な硝材の開発が危ぶまれている。

【0005】上記のような投影露光装置の問題の回避可能な方法として、2光束干渉によって微細なパターンを形成する技術が知られている。米国特許第5415835号公報は2光束干渉露光によって微細パターンを形成する技術を開示しており、この方法によればウェハ上に微細なパターンを形成することが可能になる。図1は2光束干渉露光の原理の説明図である。

【0006】図1において121は干渉性を有する光束（波長 λ ）を発するレーザである。レーザ121からの光束をコリメータレンズ122を介して平行光束123を得ている。124はハーフミラーであり、平行光束123を振幅の等しい2つの平行光束125と126に分割する。このうち一方の光束125はミラー127によって折り曲げられ、平行光束128としてウェハ129に入射する。又、他方の光束126はミラー130によって折り曲げられ、平行光束131として平行光束128と同様にウェハ129に入射する。ここでウェハ129上では、2つの光束128と131が交差した部分に干渉縞が形成され、この干渉縞の光強度分布によってウェハ129上に塗布されたレジスト感光させることで微細な周期パターンをウェハ129上に形成している。この2光束干渉露光における解像度Rは次の式(3)によって表される。

【0007】
$$R = \lambda / (4 \sin \theta)$$
$$= 0.25 (\lambda / 4 \sin \theta) \quad (3)$$
ここでRはL&S（ライン・アンド・スペース）の天々の幅、即ち干渉縞の明部と暗部の天々の幅を、 θ は2光束の天々のウェハ面129に対する入射角度（絶対値）を表す。

【0008】通常の投影露光における解像度を表す(1)式と2光束干渉露光における解像度を表す(3)式を比較すると、2光束干渉露光の解像度Rは(1)式において $k_1 = 0.25$ とした場合に相当するから、2光束干渉露光では、定数 $k_1 = 0.5 \sim 0.7$ である通常の投影露光に比べて2倍以上の高解像度を得ることが可能である。例えば、 $\lambda = 248 \text{ nm}$ （KrFエキシマレーザ）で $\text{NA} = 0.6$ の時は、 $R = 0.10 \mu\text{m}$ が得られる。又2光束干渉露光においては、2つの光束128と131が重なっている範囲においてはウェハ129が上下に移動しても像の劣化が少ないため、焦点深度は(2)式による制限は受けずに数センチメートルオーダーの非常に大きな値となる。

【0009】以上説明したように2光束干渉露光による非常に微細なパターンを十分に大きな焦点深度で転写することが可能になるが、2光束干渉露光では基本的に干渉縞の光強度分布に相当する単純な周期パターンしか得られないので、所望の回路パターンをウェハ上に形成することができない。そこで、2光束干渉露光と投影露光装置による通常の露光を組み合わせて複雑なパターンを形成しようという提案が複数なされている。上記米国特許第5415835号公報では、2光束干渉露光と通常露光の2つの露光方法を組み合わせる多重露光によってウェハ上に孤立の線（パターン）を形成する方法を開示している。

【0010】又、本出願人は、特願平9-304232号において、2光束干渉露光と通常露光を組み合わせた多重露光を行う際に、露光量分布を3段階以上のレベルに分割して高精度に制御することにより複雑な形状の回路パターンを形成する方法を開示している。

【0011】【発明が解決しようとする課題】投影露光装置で通常露光により形成された第1のパターンと、2光束干渉露光方法によって形成された第2のパターンを組み合わせる複雑な形状の回路パターンを形成する際、2光束干渉露光方法として図1で説明した方法を用いると以下の問題が発生する。

【0012】まず所望の回路パターン形成のためには、上記第1のパターンと上記第2のパターン間の位置合わせを高精度に制御する必要がある。しかしながら、従来の2光束干渉露光方法では周期パターンが形成される位置を正確に制御する手段がないため、結果として上記第1パターンと上記第2パターン間の位置を高精度に合わせるができなくなる。

【0013】次に、従来の2光束干渉露光方法では、2つの光束が交わった位置全体に周期パターンが形成されてしまい、そこから所望の領域のみを正確に取り出して露光を行うことができない。露光の領域を制限するためにウェハ直前にアパーチャを挿入することが考えられるが、サブミクロンレベルの細かいパターンを行う際には、アパーチャエッジ部からの散乱光による像の劣化が問題となる。

【0014】本発明は、2光束干渉露光によるパターン露光（周期パターン露光）と通常パターン露光（通常露光）の2つの露光方法における各露光条件を適切に設定することにより、高集積度で複雑な形状の回路パターンをウェハに形成することが可能なパターン形成方法及びそれを用いた露光装置の提供を目的とする。

【0015】【課題を解決するための手段】請求項1の発明のパターン形成方法は、2つの光束を第1の位置で交わらせて干渉パターンを形成し、該干渉パターンに基づく光束を投影光学系で第2の位置に設けた基板上に導光してパター

ン像を形成するパターン形成方法において、該第1の位置又はその近傍に該光束の通過領域を制限するアパーチャを設けたことを特徴としている。

【0016】請求項2の発明のパターン形成方法は、2つの光束を交わらせて干渉パターンを第1の位置に形成し、該第1の位置又はその近傍に該光束の通過を制限するためのアパーチャを設け、該アパーチャの開口部を通過した光束を投影光学系で基板上に導光して2光束干渉パターン像を形成する第1のパターン形成工程と、該第1の位置に回路パターンを設けたレチクルを配置して投影光学系で該レチクル上の回路パターンを該基板上に投影してレチクルパターン像を形成する第2のパターン形成工程とを含むことを特徴としている。

【0017】請求項3の発明は請求項1の発明又は請求項2の発明において、前記基板上に周期パターン像を形成していることを特徴としている。

【0018】請求項4の発明は請求項1の発明又は請求項2の発明において、前記アパーチャに設けたアライメントマークを用いて該アパーチャと前記基板との相対的な位置合わせを行う位置合わせ工程を含んでいることを特徴としている。

【0019】請求項5の発明のデバイスの製造方法は、請求項1の発明から請求項4の発明のいずれか1つの、パターン形成方法でパターン像を形成した基板を現像処理工程を介してデバイスを製造していることを特徴としている。

【0020】請求項6の発明の露光装置は、干渉性を有する光束を発する光源、該光源からの光束を2つに分離する分離手段、該分離手段からの2つの光束を第1の位置で交わらせて干渉パターンを形成する光学手段、該干渉パターンに基づく光束を基板上に導光し、パターン像を形成する投影光学系を有する露光装置において、該第1の位置又はその近傍に該光束の通過領域を制限するアパーチャを設けていることを特徴としている。

【0021】請求項7の発明は請求項6の発明において、前記アパーチャには、前記基板との相対的な位置合わせのためのアライメントマークが形成されており、前記パターン像は該基板上の所定の位置に形成されることを特徴としている。

【0022】請求項8の発明は請求項6の発明において、前記第1の位置又はそれと光学的な等価位置にレチクルを設け、該レチクル上のパターンを前記投影光学系で前記基板上に投影していることを特徴としている。

【0023】請求項9の発明は請求項8の発明において、前記干渉パターンに基づく光束と前記レチクルに基づく光束とを切換えて前記基板上に導光するための光路中より挿脱可能な切換え手段を有していることを特徴としている。

【0024】請求項10の発明のデバイスの製造方法は、請求項6の発明から請求項9の発明のいずれか1つ

の、露光装置によってパターン像を形成した基板を現像処理工程を介してデバイスを製造していることを特徴としている。

【0025】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態1について図面を用いて説明する。

【0026】図1は、本発明のパターン形成方法を用いた露光装置の構成略図である。1は干渉性を有する光束（波長 λ ）を発するレーザ（KrF又はArFエキシマレーザ）であり、コリメータレンズ2との組み合わせにより平行光束3を得ている。4は分離手段としてのハーフミラーであり、平行光束3を振幅の等しい2つの平行光束5と平行光束6に分割する。光束5はミラー7によって反射され折り曲げられ光束8となる。一方の光束6はミラー9によって反射され折り曲げられ光束10となる。ここでミラー7、9は干渉パターンを形成するための光学部材の一要素を形成している。2つの光束8と光束10が交わった位置には2光束干渉による干渉縞が形成される。

【0027】本実施形態の特徴として、従来の2光束干渉露光装置に対して、図1で説明した投影露光装置に用いられる投影レンズを組み合わせた点が挙げられる。

【0028】図1中11は投影レンズであり、12はレチクルが配置されるレチクル相当面、13はウェハ（感光基板）を表す。ここでレチクル相当面12は、本実施形態では開口部14を有するアパーチャを表し、ここからはアパーチャ12と呼ぶことにする。

【0029】本実施形態では、2つの光束を干渉させることによって基板上に周期パターン像を形成するときに、2つの光束が交わる第1の位置に該光束の透過領域を制限するアパーチャを設け、投影光学系を介して該アパーチャと光学的に共役な第2位置に配置された基板（ウェハ）上に周期パターン像を形成している。

【0030】ここで光束8及び光束10がそれぞれアパーチャ12に入射する角度を α として、アパーチャ12には式（3）に対応して、

$$R_1 = 0.25 (\lambda / \sin \alpha) \quad (4)$$

のL&S（ライン・アンド・スペース）パターンが形成される。アパーチャ12上に感光材であるレジストが存在すれば、当然上記のパターン（周期パターン）が転写される。本実施形態では、光束8のうちのアパーチャ12の開口部14と通過した光束15、及び光束10のうちの開口部14と通過した光束17が投影レンズ11に導かれる。そして光束15、17はそれぞれ光束16、18としてレジストが塗布されたウェハ13上で重ね合わされる。ここで β は光束16、18がウェハ13に入射する角度であり、ウェハ13上には式（3）に対応して、 $R_2 = 0.25 (\lambda / \sin \beta)$ (5)

のL&S（ライン・アンド・スペース）パターンが形成される。アパーチャ12とウェハ13は、投影レンズ1

1 に対して光学的に共役な関係に配置されている。このため、アパーチャ 1 2 上に形成された干渉縞パターン（周期パターン）のうち開口部 1 4 を通過したもののみが正確にウェハ 1 3 上に転写される。

【0031】ここで角度 α と角度 β の関係について説明する。まず投影レンズ 1 1 を規定するパラメータとして、物体側の開口数 NA_o 、像側の開口数 NA_i 、投影倍率 m ($m < 1$) を用いる。但し、 $NA_i = NA_o / m$ の関係がある。光束 1 5、1 7 は当然、投影レンズ 1 1 の物体側の開口数の範囲内に収まる角度で入射する必要がある。したがって、 $\sin \alpha < NA_o$ の関係が要求される。次に $\sin \alpha$ と $\sin \beta$ は投影倍率 m を用いて、 $\sin \beta = \sin \alpha / m$ の関係で結ばれる。通常の縮小投影露光装置では、投影倍率 $m = 0.2$ が用いられており、その値を導入すると、 $\sin \beta = 5 \sin \alpha$ の関係が導かれ、式 (4)、(5) より、ウェハ 1 3 上の干渉縞の線幅はアパーチャ 1 2 上の干渉縞の線幅の $1/5$ 倍になることが分かる。投影レンズ 1 1 の開口数の範囲内であれば、光束 8 と光束 1 0 の相対的な角度を变化させることによってウェハ 1 3 上に形成されるパターンの線幅を調整することが可能となる。

【0032】本実施形態において、アパーチャ 1 2 は通常のステップ、スキナータイプの投影露光装置では、ちょうどレチクルが置かれる位置に配置される。そのため、本実施形態によってウェハ 1 3 に微細な周期パターンを形成した後、通常のレチクルパターンを用いた通常の投影露光によって像を形成して、それらを重ね合わせるようになる。ここでこの後の説明のために、座標軸を 1 9 のように定める。又、図 1 の構成において、ミラー 7 は矢印 2 0 の方向に微小移動が可能となっており、その動作によってウェハ 1 3 上に形成される干渉縞の位置をウェハ 1 3 の表面に対して平行移動させることも可能になる。

【0033】図 2 (A)、(B) はアパーチャ 1 2 とウェハ 1 3 の一例を簡略化して描いた図であり、開口部 1 4 の構成を x y 面内で開口部 1 4 A、1 4 B、1 4 C として表している。図 1 の構成では、アパーチャ 1 2 上の干渉縞は x 軸方向には周期的に変化して y 軸方向には長く伸びた形となる。図 2 (A) に示すように、開口部 1 4 A、1 4 B、1 4 C によって、アパーチャ 1 2 上に形成される干渉縞のうち所望の部分のみが切り出され、図 2 (B) に示すようにウェハ 1 3 上には 2 5 A、2 5 B、2 5 C で示す干渉縞、即ち微細な周期パターンが形成される。アパーチャ 1 2 とウェハ 1 3 は光学的に共役な配置となっているため、開口部 1 4 A、1 4 B、1 4 C のエッジからの散乱光がウェハ 1 3 上のパターンに悪影響を与えることはなく、開口部 1 4 の形で規定された範囲のみにおいて、高精度に周期パターンを形成することが可能となっている。

【0034】図 3 (A)、(B) では、アパーチャ 1 2 及びウェハ 1 3 を図 2 (A) の状態より x y 面内でそれぞれ 90 度回転させた場合に得られるパターンを示す。ウェハ 1 3 上においては、図 3 (B) に示すように図 3 (A) に示す開口部 1 4 A、1 4 B、1 4 C に対応した位置に周期パターン 2 6 A、2 6 B、2 6 C がそれぞれ形成される。アパーチャ 1 2 を用いて 90 度回転させて、同一のウェハ面上に 2 回の多重露光を行って、ウェハ 1 3 上の同一位置に図 2 (B) と図 3 (B) のパターン 2 5、2 6 を重ねれば、図 4 に示すようなドット状のパターン 2 7 A、2 7 B、2 7 C を形成することが可能となる。尚、図 2、図 3、図 4 においてウェハ 1 3 の隅に設けられた三角マークは、そこが同一の位置であることを示している。

【0035】次に図 5 を用いて、本発明に係る 2 光束干渉露光方法と、レチクルを用いる従来の投影露光方法（通常露光方法）の組み合わせについて説明する。図 5 (A) は開口部 1 4 A、1 4 B、1 4 C を有するアパーチャ 1 2 であり、これまでの説明でも用いたものである。但し、ここで新たに、パターン位置合わせの基準として用いられるアライメントマーク 3 0、3 1 が明示されている。図 5 (B) は 2 光束干渉露光によってウェハ 1 3 上に形成されるパターンを表し、形成されるパターンとしては、図 2 で説明したパターン 2 5 A、2 5 B、2 5 C と同様のものである。但し、ここでも位置合わせ用のアライメントマーク 3 2、3 3 が明示されており、パターン形成の際には、マーク 3 0 とマーク 3 2、更にマーク 3 1 とマーク 3 3 の相互の位置を精度良く合わせるることによって、ウェハ 1 3 上の所望の位置に微細な周期パターンを形成している。次に図 5 (C) は、ステップ等の通常の投影露光装置に用いられるレチクルの概略を表す。4 0 はレチクルであり、領域 4 1 A、4 1 B、4 1 C にはそれぞれ微細な回路パターンが描かれている。又 4 2、4 3 は位置合わせ用のアライメントマークである。ここでは図 5 (B) に示すパターン 2 5 A、2 5 B、2 5 C が予め形成されたウェハ 1 3 に対して、通常の投影露光装置を用いてレチクル 4 0 上の回路パターン 4 1 A、4 1 B、4 1 C の転写を行う。その際、ウェハ 1 3 上のマーク 3 2 とレチクル 4 0 上のマーク 4 2、更にウェハ 1 3 上のマーク 3 3 とレチクル 4 0 上のマーク 4 3 の位置を高精度に対応させて、図 5 (D) で示すようにパターン 4 4 A、4 4 B、4 4 C を形成して、全体としてウェハ 1 3 上に所望のパターンを形成している。

【0036】更に本発明に係る 2 光束干渉露光を、本出願人が先に提案した特願平 9-304232 号で開示される露光方法及び露光装置に適用して、より複雑な回路パターンを形成することも可能である。具体的には、被露光基板であるウェハ（感光基板）に対して 2 光束干渉露光と通常の露光を行う際に、前記 2 つの露光の少なく

とも一方の露光において前記感光基板に対して多値的な露光量分布を与えることにする。ここで「多値的」とは、感光基板に与える露光量が2値（露光量ゼロの場合も含めて2種類）ではなく、与える露光量が3値以上（露光量ゼロの場合も含めて3種類以上）であることを意味する。又「通常の露光」とは2光束干渉露光よりも解像度が低い2光束干渉露光とは異なるパターン転写が可能な露光であり、代表的なものとして図9に示した投影露光装置によってレチクルのパターンを転写する投影露光が挙げられる。

【0037】次に本発明の実施形態2について説明する。

【0038】実施形態1では、2光束干渉露光用の投影露光装置として、通常のステップ等の投影露光装置をそのまま用いることが難しい。一般に投影レンズは共有可能であるが、照明光学系は全く異なる構成であるため、多重露光のためには、2光束干渉露光用の投影露光装置と通常の露光装置の2台の装置が必要となる。実施形態2では、照明光学系を含めて、従来の投影露光装置を用いて、本発明の2光束干渉露光を可能としている。

【0039】図6に本実施形態の装置の構成概略を示す。図6において50はKrFレーザ等の光源、ホモジナイザー等の光学部品から成る照明光学系である。照明光学系50からの光束はコンデンサーレンズ51を介して照明光束2を得ている。通常の露光装置として用いる場合には照明光束2が直接、レチクルを照明するが、2光束干渉露光の照明として用いるため、本実施形態では光路中に位相型の回折格子53を挿脱可能に装着している。位相型の回折格子では、格子ピッチ、格子深さを調整することにより、入射する光束を±1次の2つの回折光束に等しく分割している。そこで照明光束52は2つの光束54、55に分割している。それらの光束の進行方向は回折格子53のピッチで調整している。2つの光束54、55はアパーチャ56上で交差し、開口57で制限された光束58、59が投影レンズ60に導かれている。そして光束58は光束61に、光束59は光束62に変換され、ウェハ63上で領域の限定された周期パターンが形成される。

【0040】2光束干渉露光を行う際には干渉性の高い照明光束が要求されるため、照明光学系50からは干渉性を表すパラメータである α 値（＝照明光学系の開口数／投影光学系の開口数）の小さな照明光が射出される。通常の投影露光を行う際には、回折格子53を光路中から取り外し、アパーチャ56の代りにその位置に回路パターンの描かれた通常のレチクルを配置して、照明光学系の α 値を適用に調整して露光を行うだけで良い。この方法によって、一台の投影露光装置を用いて、2光束干渉露光と通常露光の2つの露光方式を用いた多重露光を実現している。

【0041】次に図7を用いて、2光束干渉露光用の光

学系をコンパクト化する構成について説明する。レーザ1からアパーチャ12に至るまでの光路は基本的に図1を用いて説明したものと同様であるため、図7においても図1と共通の符号を用い、詳細な説明も省略する。

【0042】図1は光学系をx-z面内に射影したものであるが、図7（A）は光学系をx-y面内に射影したものである。但し、投影レンズの光軸はz軸方向で共通としている。図7に示す系の特徴は、光束8、10を挿脱可能な切換え手段としてのミラー70を介して光束71、72に変換している点である。光束71、72は斜線73で示した領域で重なり合い干渉縞を形成する。図7（A）では全体の三次元的な配置が理解しづらいため、矢印75の方向から見た図（y-z面への射影図）及び矢印76の方向から見た図（x-z面への射影図）をそれぞれ図7（B）、図7（C）に示す。図7（B）、図7（C）において12は図1で説明したものと同様のアパーチャである。アパーチャの作用等については実施形態1と全く同様であるので説明は省略する。図7の構成とすることで、2光束干渉露光用の光学系をコンパクトに収めることが可能となり、空いたスペースに通常露光用の照明光学系を配置することが可能となる。

【0043】実際に、投影露光装置用の照明光学系と、2光束干渉露光用光学系を組み合わせた構成を図8に示す。図中、光束80、ミラー81、光束82で表す部分が図7（B）に対応する2光束干渉露光用光学系である。図中83は、投影露光用の照明光学系であり、84は2光束干渉露光を行う際にはアパーチャ、投影露光を行う際にはレチクルが配置される。85は物体空間における光束を表し、86が投影レンズ、87が像空間における光束、そして88が最終的にパターンが形成されるウェハを表す。この構成においては、基本的にミラー81の光路中からの切換えにより、2光束干渉露光と通常の投影露光を切換えることを可能としている。

【0044】次に上記説明した投影露光装置を利用した半導体デバイスの製造方法の実施形態を説明する。

【0045】図9は半導体デバイス（ICやLSI等）の半導体チップ、或は液晶パネルやCCD等の製造のプロセスを示す。

【0046】ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ2（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。

【0047】一方、ステップ3（ウェハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウェハを製造する。ステップ4（ウェハプロセス）は前行程と呼ばれ、前記用意したマスクとウェハを用いてリソグラフィ技術によってウェハ上に実際の回路を形成する。

【0048】次のステップ5（組立）は後行程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウェハを用いて半導体チップ化する工程であり、アセンブリ工程（タイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封

入)等の工程を含む。

【0049】ステップ6(検査)ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷(ステップ7)される。

【0050】図10は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11(酸化)ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12(CVD)ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。

【0051】ステップ13(電極形成)ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14(イオン打込み)ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15(レジスト処理)ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16(露光)では前記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに施付露光する。

【0052】ステップ17(現像)では露光したウエハを現像する。ステップ18(エッチング)では現像したレジスト以外の部分を削り取る。ステップ19(レジスト剥離)ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返行なうことによってウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0053】本実施形態の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度の半導体デバイスを製造することができる。

【0054】

【発明の効果】本発明によれば以上に、2光束干渉露光によるパターン露光(周期パターン露光)と通常パターン露光(通常露光)の2つの露光方法における各露光条件を適切に設定することにより、高集積度で複雑な形状の回路パターンをウエハに形成することが可能なパターン形成方法及びそれを用いた露光装置を達成することができる。

【0055】この他本発明を用いることにより、2光束干渉露光の際のパターン転写領域の限定、投影露光装置を用いて形成したパターンとの重ね合わせが高精度に行えるパターン形成方法が達成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1の要部概略図

【図2】 図1のアパーチャとウエハ上のパターンの関

係の説明図

【図3】 図1のアパーチャとウエハを90度回転した場合に形成されるパターンの説明図

【図4】 図1において2重露光により形成されるドットパターンの説明図

【図5】 本発明に係る2光束干渉露光と従来の露光の組み合わせにより形成されるパターンの説明図

【図6】 本発明の実施形態2の要部概略図

【図7】 本発明に係る2光束干渉露光のためのコンパクトな光学系の説明図

【図8】 本発明に係る2光束干渉露光光学系と投影露光光学系の組み合わせの説明図

【図9】 本発明のデバイスの製造方法のフローチャート

【図10】 本発明のデバイスの製造方法のフローチャート

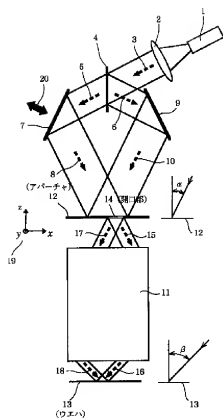
【図11】 従来の投影露光光学系

【図12】 従来の2光束干渉露光光学系

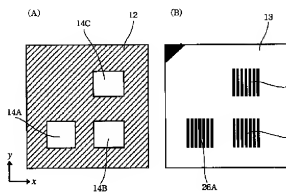
【符号の説明】

1. レーザ
2. コリメータレンズ
3. 平行光束
4. ハーフミラー
5. 平行光束
6. 平行光束
7. ミラー
8. 平行光束
9. ミラー
10. 平行光束
11. 投影レンズ
12. アパーチャ
13. ウエハ
14. 開口部
15. 平行光束
16. 平行光束
17. 平行光束
18. 平行光束
19. 座標軸

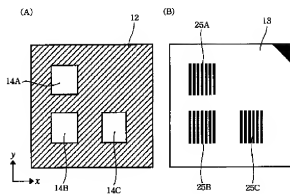
【図1】



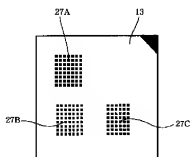
【図3】



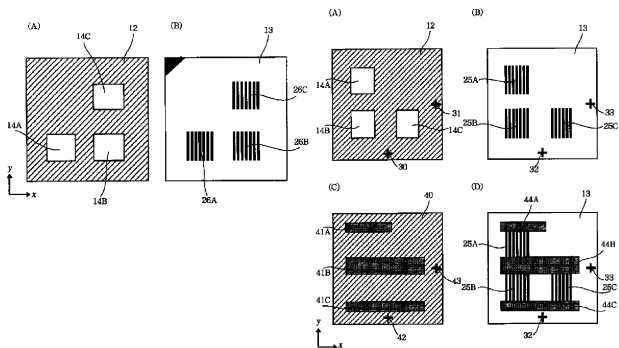
【図2】



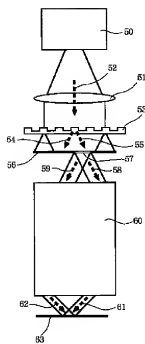
【図4】



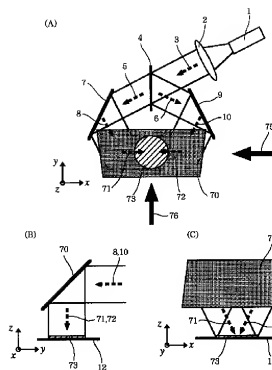
【図5】



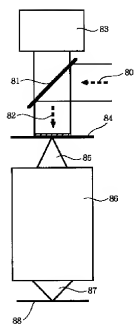
【図6】



【図7】

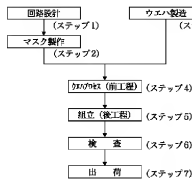


【図8】

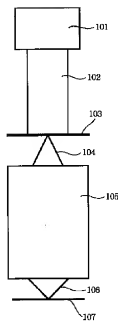
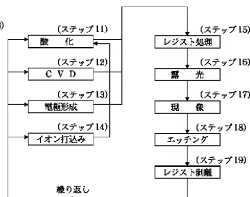


【図11】

【図9】



【図10】



【图 1 2】

